第46卷 第1期
2023年1月

干旱区地理
ARID LAND GEOGRAPHY

Vol. 46 No. 1
Jan. 2023

环境规制能否促进黄河流域要素效能发挥?

生延超， 徐 珊， 周 垚

（湖南工商大学公共管理与人文地理学院，湖南 长沙 410205）

摘 要： 黄河流域生态保护与高质量发展已上升为国家战略。作为经济高质量发展的微观基础，在环境约束下要素效能充分发挥就显得至关重要。根据马克思主义政治经济学，要素效能由要素质量与要素效率有机构成，前者是要素效能发挥的必然前提，后者是要素效能发挥的内在要求。基于环境规制影响要素质量与要素效率的作用机理，采用面板固定效应模型与中介效应模型实证分析了2008—2019年黄河流域环境规制对要素效能发挥的影响。结果表明：(1) 环境规制通过人口集聚实现要素质量升级，通过产业结构优化促进要素效率提高，并在二者的共同作用下促进要素效能发挥。(2) 环境规制与要素质量升级、要素效率提高、要素效能发挥均呈现先抑制后促进的"U型"关系。(3) 环境规制对要素效能发挥的促进作用存在经济发展水平与城市规模异质性。在经济发展水平高的地区，环境规制显著促进要素效能发挥；经济发展水平较低或城市规模较小的地区，环境规制先抑制后促进要素效能发挥，二者呈"U"型关系；在城市规模较大的地区，二者关系不显著。研究结果为黄河流域从微观要素层面促进经济高质量发展指明方向，对落实黄河流域生态保护与高质量发展战略具有积极意义。

关 键 词： 环境规制；要素效能；要素质量；要素效率；黄河流域

文章编号： 1000-6060(2023)01-0139-10(0139~0148)

中国已进入高质量发展阶段，传统的依靠要素成本优势驱动，大量投入资源和消耗环境的经济发展方式已不适应当前经济发展的需要[1]。要实现中国经济高质量发展，从经济增长视角来看，应构建以要素效能提高作为新动能的集约型增长方式。黄河流域是中国重要的生态安全屏障，按照2021年10月9日颁布的《黄河流域生态保护与高质量发展规划纲要》，其核心是黄河流域要在环境约束下实现要素效能充分发挥。那么，从经济史学视角看，环境规制是否促进了黄河流域要素效能发挥？只有厘清这个问题，才能科学研判黄河流域生态保护与高质量发展的战略实现。

关于环境规制的经济影响的研究较多，主要集中在3个方面，一是以Porter为代表的"波特假说"，认为适当的环境规制强度能激发企业技术创新，产生"创新补偿"效应，促进经济发展[2]；二是以古典经济学派为代表的"遵循成本说"，认为环境规制加重了企业负担，会挤占生产性投资[3]，不利于经济发展；三是"不确定说"，认为环境规制可能促进经济发展，也可能抑制经济发展[4]，这主要由"遵循成本"效应与"创新补偿"效应的大小决定。上述研究大都侧重于成本与收益的均衡，是一种结果导向型的研究，缺乏从微观视角来分析环境规制对经济增长动力的作用机理，这就使相关研究缺乏微观基础。环境规制对微观生产要素的影响研究也比较丰富，学者从劳动要素视角研究环境规制对劳动生产效率的非线性影响[5]；从资本要素视角研究了环境规制影响经济增长的人力资本门槛效应[6]；从全要素生产率[7]视角研究了环境规制的异质性影响。除此之外，学者还同时从宏观与微观层面研究环境规制，将环境规制纳入到要素禀赋对产业竞争力[8]，要素集聚对区域经济可持续发展[9]的影响研究中。

收稿日期： 2022-04-22； **修订日期：** 2022-07-29
基金项目： 国家社会科学基金项目(20FJYB048)；湖南省教育厅科学研究项目(21A0380)；河南省哲学社会科学规划项目(2021BJJ085)资助
作者简介： 生延超(1978-)，男，博士，教授，主要从事区域经济与旅游经济研究. E-mail: 22714407@qq.com
通讯作者： 徐珊(1999-)，女，硕士研究生，主要从事区域经济与旅游经济研究. E-mail: 1277949719@qq.com

基于上述文献梳理可以发现，目前关于环境规制经济影响的研究已经较为丰富，但基于微观要素层面的研究还有待深入。目前研究多集中于要素生产效率或要素配置方面，却忽视了要素质量方面。将要素质量与要素效率相结合，并研究环境规制与其二者之间关系的更是鲜有，以至于环境规制对生产要素的影响未能全面清晰地展现出来。实质上，要素质量与要素效率是要素效能的2个基本属性。因此，本文综合考虑劳动、资本与技术3种要素，将要素质量与要素效率纳入统一框架，深入分析环境规制影响要素效能的作用机理。并以黄河流域为研究区域，实证检验环境规制对要素效能发挥的影响，这对于指导黄河流域环境规制政策制定，化解黄河流域生态保护与经济高质量发展的困境具有极为重要的意义。

1 研究区概况

黄河自西向东流经青海、四川、甘肃、宁夏、内蒙古、陕西、山西、河南、山东9个省区，涵养了中国约130×10^4 km^{2}的土地，是中国的母亲河。黄河流域不仅是中国重要的生态安全屏障，也是人口活动和经济发展的重要区域。然而，2021年10月发布的《黄河流域生态保护与高质量发展规划纲要》中指出，黄河流域最大的短板是高质量发展不充分，沿黄省区产业低质低效问题突出，支撑高质量发展的人才资金外流严重，要素资源不足。同时，《纲要》也指出黄河流域最大的问题是生态脆弱，流域内环境污染积重较深，水质总体差于全国平均水平。黄河流域生态问题日益突出，高质量发展不平衡不充分[10]。基于数据可得性，本文选取青海、甘肃、陕西、宁夏、内蒙古、山西、河南和山东8个省区的81个地级市作为研究区域(图1)。

2 数据与方法

2.1 数据来源与处理

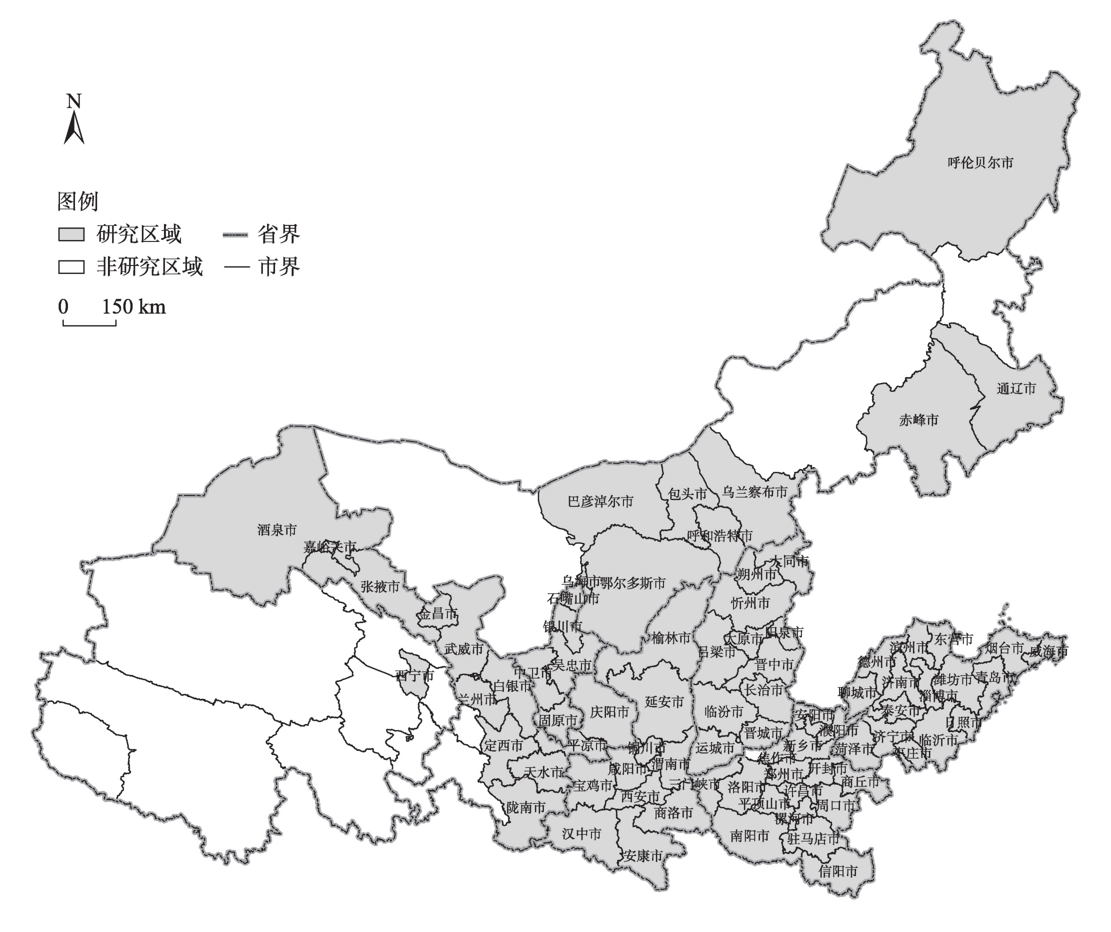
由于部分数据缺失较多以及统计口径的变化，考虑到数据的可得性和系统性，本文选取2008—2019年黄河流域81个地级市为样本，所使用数据均来源于历年《中国城市统计年鉴》、各省份《统计年鉴》、国家知识产权局。少数年份缺失的数据，采用均值法和线性插值法弥补。变量的描述性统计如表1。

2.2 环境规制影响要素效能发挥的机理分析

2.2.1 要素效能充分发挥：要素质量升级与要素效率提高 供给体系质量高、效率高是经济高质量发展的核心内涵[11]。生产要素作为供给体系的出发点，经济高质量发展要求其从质量与效率角度促进要素效能充分发挥。效能本意指效率、效果，反应所开展活动目标选择的正确性及其实现程度。但按照徐智邦等[12]对城市要素效能的定义，要素效能比要素效率具有更广泛的内涵。本文结合效能本意，认为经济学意义的要素效能是指投入要素的性质(要素质量)及投入要素在生产中表现的效果(要素效率)。

马克思主义政治经济学对要素质量做出了解读。“在生产过程中究竟有多大一部分原料变为废料，这要取决于所使用的机器和工具的质量，还要取决于原料本身的质量”[13]，可见，物质资本升级体现为机器设备的改良，它能使生产过程中的“废料”减少。马克思还从简单劳动与复杂劳动的角度分析了劳动要素质量[14]，他认为少量的复杂劳动等于多量的简单劳动，这说明劳动要素质量升级体现在劳动者技能的提升。依此逻辑，要素质量表现为劳动、资本、技术等生产要素所具备的生产能力。当然，马克思主义政治经济学也没有忽视要素效率这一重要问题，“生产力当然始终是有用的、具体的、劳动的生产力，它事实上只决定有目的生产活动在一定时间内的效率”[13]，这里的要素效率指要素投入产出效率。同时，《资本论》第2卷中也指出内涵扩大再生产需要通过技术进步提高资本和劳动的结合效率，进而提高要素生产率[14]，这里的要素效率又指要素配置效率。按此规定，要素效率既包含要素投入产出效率又包含要素配置效率。

2.2.2 环境规制促进要素质量升级的机理 环境规制表明区域政府与行业组织对经济投入产出有了生态方面的要求，它会吸引环境友好型生产要素进驻。在劳动、资本、技术和土地等要素中，虽然“劳动是财富之父，土地是财富之母”，但由于土地要素具有不可流动性，在经济生产中发挥核心作用的是劳动要素。环境规制与人口集聚具有循环累积因果关系。环境规制使人居环境改善，为人口集聚提供了有利的外部条件；使企业引进先进技术与技能型劳动力对污染进行“源头治理”，形成“绿色就业”



注：该图基于国家测绘地理信息局标准地图服务网站下载的审图号为GS(2020)4630号的标准地图制作，底图边界无修改。

图1　研究区概况

Fig. 1　Overview of the study area

效应[15]，为人口集聚创造了内部推动力。同时，人口集聚又使公众的环保意识增强。根据新经济地理学，人口集聚会促进知识溢出和劳动力池子市场的形成[16]，能够无形中为低素质劳动力提供学习与接受培训的机会。区域创新系统理论认为这种集体学习有利于培养信任，传递意会知识，促进创新[17]，进而从整体上提高要素质量。但人口过度集聚也会导致"拥挤效应"[18]，反而阻碍要素质量升级。因而在知识溢出效应与拥挤效应的双重作用下，环境规制非线性地影响要素质量。根据上述分析，本文提出以下假设：

A1：环境规制强度与要素质量升级呈"U型"关系。

A2：环境规制通过人口集聚影响要素质量升级。

2.2.3　环境规制促进要素效率提高的机理　在环境规制压力下，企业往往倾向于在既定要素投入下，通过科学配置实现要素效率提升，这一过程主要依赖产业结构优化。根据"结构红利"假说，产业结构优化使生产要素从低生产率部门流向高生产率部门。在高生产率部门，技术进步使资本与劳动紧密结合，通过生产要素组合优化，实现既定要素投入下的效率提高[14]。但环境规制对产业结构的非线性影响[19]决定了环境规制对要素效率的影响也是非线性。当环境规制较弱时，企业达到规制要求需要付出的代价较小，高污染的中小企业既不会自行退出市场又没有动力进行绿色技术创新，无法通过产业结构优化提高要素效率。当环境规制较强时，企业出于长远考虑，要么转型，要么进行技术研发以降低成本。但中小企业往往人才与资金较为匮乏，巨大的环境规制压力会最终使其由于负担过重而退出市场[20]；大型企业相对而言高素质人才多、生产设备先进、资金实力雄厚，更重要的是其沉淀成本高，在环境规制压力下，其将主动或被动地进行环境友好型生产，不断将行业推向绿色化。这样，环境规制就自动地引导企业优胜劣汰，推动产

表1 指标体系及变量统计性描述

Tab. 1 Index system and descriptive statistics of variables

一级指标	二级指标	权重	均值	标准差
要素效能	要素效率	0.1278	0.1087	0.1123
	要素质量	0.8752		
要素效率	实际GDP/就业人数/10^4元·人$^{-1}$	0.1484	0.2180	0.0743
	实际GDP/固定资产投资额	0.2009		
	全要素生产率	0.6507		
要素质量	规模以上工业企业固定资产投资比重	0.3755	0.0735	0.0934
	高校在校生人数占地区总人口比重	0.1358		
	绿色专利数/个	0.4887		
环境规制	单位产值工业废水排放量/10^4t·(10^8元)$^{-1}$	0.2527	0.7924	0.0719
	单位产值工业二氧化硫排放量/t·(10^8元)$^{-1}$	0.4866		
	单位产值工业烟(粉)尘排放量/t·(10^8元)$^{-1}$	0.2607		
经济发展水平	人均实际GDP/元	1.0000	45512.4788	36714.3541
对外开放水平	进出口总额占GDP比重	1.0000	0.1101	0.1914
市场化水平	非国有单位就业人数占比	1.0000	0.7129	0.1325
基础设施水平	人均道路拥有面积/m^2	1.0000	12.1248	9.5022
金融发展水平	人均年末金融机构人民币各项贷款余额/元	1.0000	47348.7831	59194.4320
产业结构优化	产业结构高级化	0.4045	0.1866	0.0687
	产业结构合理化	0.5955		
人口集聚	人口密度/人·km^{-2}	0.3950	0.1959	0.1754
	地均收入/人·km^{-2}	0.6050		

业结构优化升级,并在"结构红利"的作用下提高要素效率。根据上述分析,本文提出以下假设:

B1:环境规制强度与要素效率呈"U型"关系。

B2:环境规制通过产业结构优化影响要素效率。

要素效能由要素质量与要素效率有机构成,要素质量升级是要素效能充分发挥的必然前提,要素效率提高是要素效能充分发挥的内在要求。环境规制影响要素效能的具体作用机制如图2所示。当环境规制较弱时,"遵循成本"效应占据主导地位,人口集聚和产业结构优化机制失效,不利于要素效能发挥;当环境规制较强时,"创新补偿"效应占据主导地位,以此带来的人口集聚和产业结构优化有利于要素质量升级和要素效率提高,进而使要素效能充分发挥。由此可得:

C:环境规制强度与要素效能发挥呈"U型"关系。

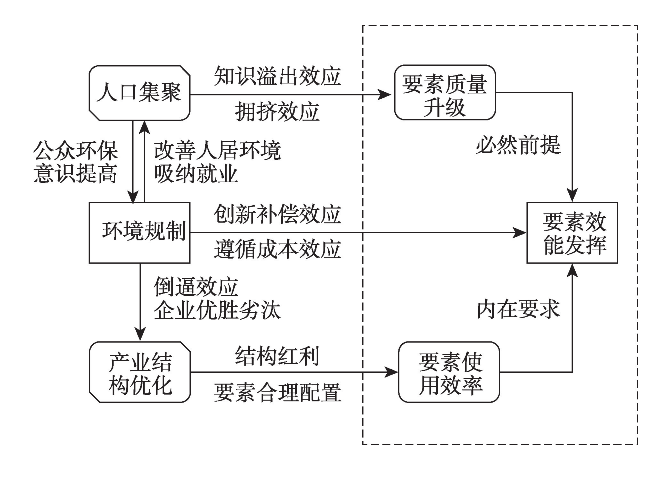


图2 环境规制影响要素效能发挥的作用机理

Fig. 2 Effect mechanism of environmental regulation on factor performance

2.3 变量选取

2.3.1 被解释变量

(1)要素质量(upg)。将劳动、资本与技术纳入统一分析框架,运用熵值法[10,21]测算要素质量。以人力资本水平作为劳动要素质量的代理变量,使用高等学校在校生人数占地区总人数之比[22]衡量。以规模以上工业企业固定资产投资比重衡量资本要素质量[23]。技术质量以绿色专利数量来衡量[24]。

(2)要素效率(eff)。运用熵值法从劳动、资本与技术3个方面测算要素效率。具体来看,以实际国内生产总值(GDP)与就业人数之比来衡量劳动要素效率[25];以实际GDP与固定资产投资额之比来衡量资本要素效率[25];以全要素生产率来衡量技术要素效率[5]。

(3)要素效能(xn)。从要素质量与要素效率2个角度采用熵值法测算要素效能。

2.3.2　核心解释变量　环境规制强度(er)。不同类型环境规制对要素效能的影响存在差异，但表征命令控制型、市场激励型和公众参与型环境规制的数据在地级市层面均难以获取。因此，本文将环境规制作为单一整体来研究，使用工业"三废"数据衡量[26]。将工业"三废"排放量占GDP比重作为3个单项指标，由于单位产值污染排放量越大，环境规制越弱[26]，先对3个单项指标进行负向处理，再利用熵值法计算环境规制强度综合指数。

2.3.3　控制变量

(1) 经济发展水平(pgdp)，以人均实际GDP衡量[19]。

(2) 对外开放程度(open)，以进出口总额占GDP比重衡量[27]。

(3) 市场化水平(market)，以非国有单位就业人数占比衡量[27]。

(4) 金融发展水平(finance)，以人均年末金融机构人民币各项贷款余额衡量[22]，并对其取对数处理。

(5) 基础设施水平(infrastructure)，以人均道路拥有面积衡量[23]，并对其取对数处理。

2.3.4　中介变量

(1) 产业结构优化(ind)。采用熵值法从高级化与合理化2个维度合成[28]。其中，产业结构高级化用第三产业产值与第二产业产值之比衡量[7]；产业结构合理化用泰尔指数测度，值越大表示产业结构越不合理[28]。

(2) 人口集聚(pop)。采用人口密度与地均收入2个核心指标衡量[16]。

2.4　模型构建

2.4.1　基准回归模型　为避免因经济变量时间趋势而带来的"伪回归"现象，本文构建双重固定效应模型来验证环境规制对要素效能的影响。回归模型如下：

$$\ln \mathrm{xn}_{i,t}=\alpha_0+\alpha_1\mathrm{er}_{i,t}+\alpha_2\mathrm{er}_{i,t}^2+\varphi x_{i,t}+v_i+\mu_t+\varepsilon_{i,t} \quad (1)$$

式中：$\mathrm{xn}_{i,t}$为要素效能，包含要素效率(eff)与要素质量(upg)；$\mathrm{er}_{i,t}$为环境规制强度；$\mathrm{er}_{i,t}^2$为环境规制强度平方项；$x_{i,t}$为一系列控制变量，包含经济发展水平、对外开放程度、市场化水平、金融发展水平和基础设施水平；i和t分别为地区和年份；v_i为个体效应；μ_t为时间效应；$\varepsilon_{i,t}$为随机扰动项；α_0为常数项；α_1、α_2和φ分别为环境规制、环境规制平方项和一系列控制变量对要素效能的影响系数。

2.4.2　中介效应模型　基于环境规制促进要素质量升级与要素效率提高的作用机制，本文借鉴温忠麟等[29]的研究，利用逐步回归法构建中介效应模型如下：

$$\ln y_{i,t}=b_0+b_1\mathrm{er}_{i,t}+b_2\mathrm{er}_{i,t}^2+\varphi x_{i,t}+v_i+\mu_t+\varepsilon_{i,t} \quad (2)$$

$$\ln m_{i,t}=c_0+c_1\mathrm{er}_{i,t}+c_2\mathrm{er}_{i,t}^2+\varphi x_{i,t}+v_i+\mu_t+\varepsilon_{i,t} \quad (3)$$

$$\ln y_{i,t}=d_0+d_1\mathrm{er}_{i,t}+d_2\mathrm{er}_{i,t}^2+d_3\ln m_{i,t}+\varphi x_{i,t}+v_i+\mu_t+\varepsilon_{i,t} \quad (4)$$

式中：$y_{i,t}$为要素效率(eff)和要素质量(upg)；$m_{i,t}$为中介变量，即产业结构优化(ind)和人口集聚(pop)；$x_{i,t}$为一系列控制变量；b_0、c_0和d_0为常数项；b_1、c_1和d_1为环境规制的估计系数；b_2、c_2和d_2为环境规制平方项的估计系数；d_3为中介变量的估计系数；$\mathrm{er}_{i,t}$、φ、v_i、μ_t、$\varepsilon_{i,t}$含义同式(1)。

3　实证结果与分析

3.1　基准回归结果分析

根据Hausman检验结果，基准回归采用固定效应模型以检验环境规制对要素效能及其2个属性(要素质量与要素效率)的影响。固定效应模型的估计结果见表2。

如列(1)~(2)所示，环境规制对要素质量的一次项系数显著为负，二次项系数显著为正，且Utest检验的P值均小于0.01，这说明环境规制与要素质量呈"U型"关系，即随着环境规制由弱渐强，环境规制对要素质量由抑制作用转向促进作用。究其原因，环境规制政策实施初期，地方政府为了追求经济增长，环境规制强度较小，企业应对规制首先是对污染进行"末端治理"，治污成本挤出了企业生产性投资，不利于要素质量升级；随着黄河流域生态问题日益受到重视，环境规制趋紧，企业为了治污减污需付出高昂的环境成本。那么，为谋求长远发展，企业不得不大量培养高素质劳动力，加大绿色技术研发投入，实现要素质量升级，使发展模式向集约型转变。

如列(3)~(4)所示，环境规制影响要素效率的一次项系数分别为-2.54和-3.16，二次项系数分别为1.65和1.91，均在10%的置信水平下通过显著性检验，且Utest检验的P值分别为0.058和0.082，这说明环境规制与要素效率呈"U型"关系。究其原因，较弱的环境规制对企业的经济刺激小，无法迫

表2 黄河流域回归结果

Tab. 2 Regress results of the Yellow River Basin

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	ln(upg)	ln(upg)	ln(eff)	ln(eff)	ln(xn)	ln(xn)
er	-25.48^{***}(−5.66)	-15.05^{***}(1.65)	-2.54^{*}(−1.83)	-3.16^{**}(1.48)	-10.14^{***}(3.75)	-12.77^{***}(3.77)
er^2	16.12^{***}(6.09)	8.76^{***}(1.01)	1.65^{*}(1.82)	1.91^{**}(0.95)	5.91^{***}(2.20)	7.47^{***}(2.23)
控制变量	否	是	否	是	否	是
Utest检验 P 值	0.000	0.000	0.058	0.082	0.014	0.004
er拐点值	0.790	0.820	0.771	0.762	0.858	0.874
样本量	972	972	972	972	972	972
R^2	0.226	0.450	0.057	0.112	0.407	0.370

注：ln(upg)、ln(eff)、ln(xn)分别为要素质量、要素效率、要素效能的对数；er为环境规制强度；er^2 为环境规制二次项；R^2 为拟合优度。***、**和*分别表示在1%、5%和10%水平下显著。括号中数值为聚类稳健标准误。下同。

使其投入大量资源来改进生产工艺，提高要素效率；但当环境规制较强时，巨大的环境成本、飞涨的污染要素价格大大加重了企业负担，为了在保证产品质量的前提下减少污染要素投入，企业势必要提高要素效率。

由列(5)~(6)可知，环境规制与要素效能呈“U型”关系，这可能要归结于环境规制对要素质量和要素效率的协同作用。要素质量升级与要素效率提高是要素效能发挥的2个方面，环境规制与其二者的“U型”关系决定了环境规制与要素效能的“U型”关系。此外，由列(2)、(4)和(6)可知，要素质量升级、要素效率提高以及要素效能充分发挥的拐点分别为0.820、0.762和0.874。要素效能充分发挥的拐点高于要素质量升级与要素效率提高，这说明只有当环境规制强度提升至足以迫使企业兼顾要素质量与效率时，要素效能才能充分发挥。

综上，基准回归结果表明环境规制对要素质量、要素效率和要素效能均起着先抑制后促进的作用，分别验证了假设A1、假设B1和假设C。

3.2 机制检验分析

基准回归结果表明环境规制显著影响要素质量和要素效率，并在二者的协同作用下，对要素效能产生影响。这里基于理论分析，运用中介效应模型对环境规制促进要素效能发挥的内在机制进行检验，结果见表3。

3.2.1 人口集聚机制 为检验环境规制影响要素质量的人口集聚机制，首先检验环境规制对要素质量的影响，其次检验环境规制对人口集聚的影响，最后再检验环境规制和人口集聚对要素质量的共同影响。如列(1)~(3)所示，环境规制对人口集聚的影响通过了置信水平为10%的显著性检验，人口集聚对要素质量产生显著正向影响。此外，对人口集

表3 机制检验结果

Tab. 3 Results of mechanism test

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	ln(upg)	ln(pop)	ln(upg)	ln(eff)	ln(ind)	ln(eff)
er	-15.05^{***}(4.82)	-5.17^{***}(1.35)	-15.05^{***}(4.88)	-3.16^{**}(1.48)	-6.21^{***}(1.98)	-2.83^{**}(1.40)
er^2	8.76^{***}(2.84)	3.62^{***}(0.81)	8.78^{***}(2.87)	1.91^{**}(0.95)	4.01^{***}(1.21)	1.89^{**}(0.89)
ln(pop)	–	–	0.14^{*}(0.08)	–	–	–
ln(ind)	–	–	–	–	–	0.09^{*}(1.85)
控制变量	是	是	是	是	是	是
Sobel检验 P 值	–	–	0.001	–	–	0.059
中介效应占比/%	–	–	24.41	–	–	37.55
样本量	972	972	972	972	972	972
R^2	0.450	0.352	0.452	0.112	0.238	0.128

注：ln(pop)、ln(ind)分别为人口集聚、产业结构优化的对数。

聚机制进行Sobel检验，结果显示P=0.001，中介效应占总效应的24.41%，这说明环境规制通过人口集聚影响要素质量升级。随着环境规制强度提高，人居环境得到较大改善，企业为了应对规制会引进大量高素质技能型人才，"就业效应"吸引人口集聚；人口集聚的知识溢出作用使低素质的劳动力能够无形中接受培训，有效地提高劳动力素质，同时人与人之间的交流，尤其是高素质劳动力的交流有利于推动绿色新技术研发，实现要素质量升级。

3.2.2 产业结构优化机制 同样地，采取逐步回归法和Sobel中介效应法检验环境规制影响要素效率的产业结构优化机制，检验结果见表3的列(4)~(6)。如列(5)所示，环境规制对产业结构优化估计系数均在1%的置信水平下通过了显著性检验，且与钟茂初等[19]的研究结论相同，初期随着环境规制增强产业结构高级化程度下降，一旦越过拐点，环境规制会提高产业结构的高级化程度。由列(6)可知，产业结构优化对要素效率的估计系数为0.09，且在10%的置信水平下通过了Sobel检验。这说明产业结构优化对要素效率产生显著正向影响，与"结构红利"假说相吻合。

因此，环境规制通过产业结构优化非线性地影响要素效率，假设B2得以验证。

3.3 异质性分析

黄河流域覆盖范围广，流域内各城市的要素禀赋和经济发展水平等均存在差异，因此本文从经济发展水平与城市规模2个维度对研究样本进行分组，以考察环境规制影响要素效能发挥的异质性。

3.3.1 经济发展水平异质性分析 以人均GDP均值为界，将各样本划分为经济欠发达组与经济发达组，并对其进行分组回归，结果见表4。在经济欠发达组，环境规制的一次项系数为负，二次项系数为正，在10%的置信水平下通过了显著性检验，且Utest检验的P值为0.061；在经济发达组，环境规制的一次项系数为正，二次项系数为负，在10%的置信水平下通过了显著性检验，但Utest检验的P值为0.160。这说明在不同的经济发展水平下，环境规制与要素效能的关系存在明显差异：在经济欠发达组，环境规制与要素效能发挥呈"U型"关系；在经济发达组，由于未通过Utest检验，"倒U型"关系不成立，样本大多位于拐点的左侧，即环境规制对要素效能发挥呈显著正向影响。其可能原因在于，黄河流域经济整体欠发达，经济欠发达组的回归结果与基准回归结果一致；但流域内经济发达城市由于具备广阔的就业市场、良好的产业基础等优势，环境规制的人口集聚效应与产业结构优化效应强，能更好地促进要素效能发挥。

3.3.2 城市规模异质性分析 以城市人口规模作为城市规模的代理变量[30]，按城市规模的均值将样本划分为城市规模较大组与城市规模较小组，并对其进行分别估计，结果见表4。在城市规模较小组，环境规制的一次项系数为-13.37，二次项系数为7.90，Utest检验的P值为0.002，均通过了置信水平为1%的显著性检验，这说明在城市规模较小组，环境规制与要素效能呈显著"U型"关系。在城市规模较大的组，环境规制的一次项系数与二次项系数均不显著。其可能的原因在于，中心城市人口过度集聚产生了负向拥挤效应[18]，环境规制的人口集聚机制失效；并且，该样本多数属于黄河流域下游地区，产业结构合理化与高级化程度相对较高，环境规制的产

表4 异质性检验结果

Tab. 4 Results of heterogeneity test

变量	经济欠发达	经济发达	城市规模较小	城市规模较大
	ln(xn)	ln(xn)	ln(xn)	ln(xn)
er	-11.56^{**}(4.47)	8.22^{**}(3.48)	-13.37^{***}(3.98)	-1.95(2.31)
er^2	6.56^{**}(2.68)	-4.55^{**}(2.17)	7.90^{***}(2.35)	0.62(1.60)
控制变量	是	是	是	是
Utest检验P值	0.061	0.160	0.002	-
er拐点值	0.88	0.95	0.85	-
样本量	621	351	612	360
R^2	0.349	0.560	0.387	0.642

注：在城市规模较大组，环境规制对要素效能无显著影响，二者不予以Utest检验。"-"表示不存在Utest检验P值和er拐点值。

业结构优化效应较弱,因而环境规制无法显著提升其要素效能。

综上,环境规制对要素效能的影响因地方经济发展水平与城市规模而异。在经济欠发达组,环境规制对要素效能起先抑制后促进的作用;在经济发达组,环境规制对要素效能起正向促进作用;在城市规模较小组,环境规制与要素效能呈显著"U型";在城市规模较大组不显著。

3.4 稳健性检验

为确保实证结果稳健,本文改变核心解释变量测度方式对基准回归和机制检验结果进行稳健性检验。将环境规制变量在使用"工业三废"指标的基础上,增加一般工业固体废弃物综合利用率、污水处理厂集中处理率和生活垃圾无害化处理率,采用6个指标合成。回归结果无系数符号变化,显著性变化不大,说明本结果稳健。

4 讨 论

生态本底脆弱,要素资源分布不均衡,是黄河流域经济高质量发展不平衡不充分的原因之一。因此,在资源环境约束下实现黄河流域要素效能充分发挥、构筑高质量供给体系变得刻不容缓。本文研究表明,在"创新补偿"[2]与"遵循成本"[3]的双重效应下,黄河流域环境规制对要素效能起先抑制后促进的非线性影响,这与熊艳[4]的研究结论不谋而合。目前,黄河流域的环境规制水平仍处于拐点左侧,只有通过科学规划将环境规制强度控制在合理区间,才能有效发挥环境规制的驱动效应。环境规制的合理区间不仅与流域内不同区域的自然地理条件有关,也与其经济发展特征及城市规模大小等有关。这也是未来需要进一步探讨的问题。

为了更好地反应黄河流域环境规制对要素效能的影响,在今后可尽力突破环境规制市级尺度数据限制,研究异质性环境规制对要素效能的影响,争取为黄河流域环境规制政策的制定提供更多的科学依据和可行性建议。另外,环境规制影响要素质量与要素效率的机制可能不仅仅只有人口集聚与产业结构优化,更多的作用机制有待挖掘。

5 结 论

本文基于环境规制影响要素效能发挥的作用机理,运用黄河流域2008—2019年81个地市级面板数据,实证检验了环境规制对要素效能及其2个属性(要素质量与要素效率)的影响,得到以下基本结论:

(1) 环境规制通过人口集聚影响要素质量,且环境规制与要素质量呈"U型"关系。

(2) 环境规制通过产业结构优化影响要素效率,且环境规制与要素效率呈"U型"关系。

(3) 要素效能由要素质量与要素效率有机构成,在环境规制对要素质量和要素效率先抑制后促进的作用下,环境规制与要素效能呈"U型"关系。

(4) 环境规制对要素效能的影响具有经济发展水平异质性和城市规模异质性。在经济欠发达组和城市规模较小组,环境规制对要素效能起先抑制后促进的作用;在经济发达组,环境规制始终显著地促进要素效能发挥;在城市规模较大组,环境规制对要素效能的影响不显著。

综合上述结论发现,为充分发挥黄河流域要素效能,地方政府应确定合理的环境规制标准及强度,强化环境规制的人口集聚和产业结构优化效应;应根据流域内各城市经济发展水平与资源禀赋差异,因地制宜地制定差异化环境规制政策,凸显环境规制的"创新补偿"效应,在提高要素效率的同时实现要素质量升级。

参考文献(References)

[1] 俞林, 冯依然, 胡梦飞. 基于要素配置效率和利用效率视角的全要素生产率研究[J]. 浙江大学学报(人文社会科学版), 2019, 49(4): 184-194. [Yu Lin, Feng Yiran, Hu Mengfei. Research on total factor productivity: From the perspective of factor allocation and utilization efficiency[J]. Journal of Zhejiang University (Humanities and Social Sciences Edition), 2019, 49(4): 184-194.]

[2] Porter M E, Van der Linde C. Toward a new conception of the environment-competitiveness relationship[J]. Journal of Economic Perspectives, 1995, 9(4): 97-118.

[3] Gray W B. The cost of regulation: OSHA, EPA and the productivity slowdown[J]. The American Economic Review, 1987, 77(5): 998-1006.

[4] 熊艳. 基于省际数据的环境规制与经济增长关系[J]. 中国人口·资源与环境, 2011, 21(5): 126-131. [Xiong Yan. Research on the relationship between environmental regulation and economic growth based on the provincial data in China[J]. China Population Resources and Environment, 2011, 21(5): 126-131.]

[5] 宋德勇, 赵菲菲. 环境规制、资本深化对劳动生产率的影响[J]. 中国人口·资源与环境, 2018, 28(7): 159-167. [Song Deyong, Zhao Feifei. The influence of environmental regulation and capital

deepening on labor productivity[J]. China Population Resources and Environment, 2018, 28(7): 159-167.]

[6] 王洪庆. 人力资本视角下环境规制对经济增长的门槛效应研究[J]. 中国软科学, 2016(6): 52-61. [Wang Hongqing. Study on threshold effects of environmental regulation on economic growth from the perspective of human capital[J]. China Soft Science, 2016 (6): 52-61.]

[7] 蔡乌赶, 周小亮. 中国环境规制对绿色全要素生产率的双重效应[J]. 经济学家, 2017(9): 27-35. [Cai Wugan, Zhou Xiaoliang. Dual effect of Chinese environmental regulation on green total factor productivity[J]. Economist, 2017(9): 27-35.]

[8] 傅京燕, 李丽莎. 环境规制、要素禀赋与产业国际竞争力的实证研究——基于中国制造业的面板数据[J]. 管理世界, 2010(10): 87-98. [Fu Jingyan, Li Lisha. A case study on the environmental regulation, the factor endowment and the international competitiveness industries[J]. Journal of Management World, 2010(10): 87-98.]

[9] 张国卿. 环境约束下要素集聚对区域经济可持续发展的内生机制及协调路径[J]. 商业经济研究, 2016(2): 184-186. [Zhang Guoqing. The endogenous mechanism and coordination path of factor agglomeration for sustainable regional economic development under environmental constraints[J]. Journal of Commercial Economics, 2016(2): 184-186.]

[10] 张凯莉, 冯荣荣, 刘潭, 等. 黄河流域城市化与生态系统服务价值协调性及障碍因素研究[J]. 干旱区地理, 2022, 45(4): 1254-1267. [Zhang Kaili, Feng Rongrong, Liu Tan, et al. Research on the coordination and obstacle factors of urbanization and ecosystem service value in the Yellow River Basin[J]. Arid Land Geography, 2022, 45(4): 1254-1267.]

[11] 国家发展改革委经济研究所课题组. 推动经济高质量发展研究[J]. 宏观经济研究, 2019(2): 5-17. [Research Group of Institute of Economic Research, NDRC. A study on promoting high-quality development of China's economy[J]. Macroeconomics, 2019(2): 5-17.]

[12] 徐智邦, 焦利民, 贾琦琪, 等.标度律视角的城市效能测度及中国城市多维要素效能分析[J]. 地理研究, 2021, 40(6): 1596-1609. [Xu Zhibang, Jiao Limin, Jia Qiqi, et al. Assessment of multidimensional performance for Chinese cities based on urban scaling law[J]. Geographical Research, 2021, 40(6): 1596-1609.]

[13] 马克思. 资本论第三卷[M]. 北京: 人民出版社, 2004: 117-118. [Marx. Capital (Volume III) [M]. Beijing: People's Publishing House, 2004: 117-118.]

[14] 任保平. 新时代高质量发展的政治经济学理论逻辑及其现实性[J]. 人文杂志, 2018(2): 26-34. [Ren Baoping. The theoretical logic of political economy and its reality of high-quality development in the new era[J]. The Journal of Humanities, 2018(2): 26-34.]

[15] 余东华, 孙婷. 环境规制、技能溢价与制造业国际竞争力[J]. 中国工业经济, 2017(5): 35-53. [Yu Donghua, Sun Ting. Environmental regulation, skill premiums and international competitiveness of manufacturing industry[J]. China Industrial Economics, 2017(5): 35-53.]

[16] 陈乐, 姚尧, 陈栋胜. 人口集聚对中国城市经济增长的影响分析[J]. 地理学报, 2018, 73(6): 1107-1120. [Chen Le, Yao Yao, Chen Dongsheng. Effects of population agglomeration on urban economic growth in China[J]. Acta Geographica Sinica, 2018, 73(6): 1107-1120.]

[17] 苗长虹, 魏也华, 吕拉昌. 新经济地理学[M]. 北京: 科学出版社, 2011: 236-238. [Miao Changhong, Wei Yehua, Lü Lachang. New economic geographies[M]. Beijing: Science Press, 2011: 236-238.]

[18] 杨东亮, 李朋骜. 人口集聚的经济效应: 基于工具变量的实证研究[J]. 人口学刊, 2019, 41(3): 28-37. [Yang Dongliang, Li Peng'ao. The economic growth effect of population agglomeration: An empirical study based on instrumental variable[J]. Population Journal, 2019, 41(3): 28-37.]

[19] 钟茂初, 李梦洁, 杜威剑. 环境规制能否倒逼产业结构调整——基于中国省际面板数据的实证检验[J]. 中国人口·资源与环境, 2015, 25(8): 107-115. [Zhong Maochu, Li Mengjie, Du Weijian. Can environmental regulation force industrial structure adjustment: An empirical analysis based on provincial panel data[J]. China Population Resources and Environment, 2015, 25(8): 107-115.]

[20] 原毅军, 谢荣辉. 环境规制的产业结构调整效应研究——基于中国省际面板数据的实证检验[J]. 中国工业经济, 2014(8): 57-69. [Yuan Yijun, Xie Ronghui. Research on the effect of environmental regulation to industrial restructuring: Empirical test based on provincial panel data of China[J]. China Industrial Economics, 2014(8): 57-69.]

[21] 李鸿飞, 何颖茹, 毕晓莉. 黄河流域兰州段生态环境与高质量发展耦合协调关系研究[J]. 干旱区地理, 2022, 45(4): 1244-1253. [Li Hongfei, He Yingru, Bi Xiaoli. Study on coupling coordination relationship between ecological environment and high-quality development in Lanzhou section of Yellow River Basin[J]. Arid Land Geography, 2022, 45(4): 1244-1253.]

[22] 宋德勇, 杨秋月. 环境规制与人力资本在破解资源诅咒中的作用[J]. 城市问题, 2019(9): 62-73. [Song Deyong, Yang Qiuyue. Roles of environmental regulation and human capital in breaking the resource curse[J]. Urban Problems, 2019(9): 62-73.]

[23] 生延超, 周垚. 经济集聚能否促进黄河流域经济高质量增长与生态保护的协同发展?[J]. 中南大学学报(社会科学版), 2021, 27(6): 32-44. [Sheng Yanchao, Zhou Yao, Can economic agglomeration promote the Yellow River Basin collaborative development of high-quality economic growth and ecological protection?[J]. Journal of Central South University (Social Science Edition), 2021, 27 (6): 32-44.]

[24] 于连超, 张卫国, 毕茜. 环境税会倒逼企业绿色创新吗?[J]. 审计与经济研究, 2019, 34(2): 79-90. [Yu Lianchao, Zhang Weiguo, Bi Qian. Can environmental taxes force corporate green innovation?[J]. Journal of Audit & Economics, 2019, 34(2): 79-90.]

[25] 徐晓光, 樊华, 苏应生, 等. 中国绿色经济发展水平测度及其影响因素研究[J]. 数量经济技术经济研究, 2021, 38(7): 65-82. [Xu Xiaoguang, Fan Hua, Su Yingsheng, et al. Research on the driving factors of China's green economy development level[J]. The Journal of Quantitative and Technical Economics, 2021, 38

(7): 65−82.]
[26] 黄志基, 贺灿飞, 杨帆, 等. 中国环境规制、地理区位与企业生产率增长[J]. 地理学报, 2015, 70(10): 1581−1591. [Huang Zhiji, He Canfei, Yang Fan, et al. Environmental regulation, geographical location and growth of firms' productivity[J]. Acta Geographica Sinica, 2015, 70(10): 1581−1591.]
[27] 王军, 邹广平, 石先进. 制度变迁对中国经济增长的影响——基于VAR模型的实证研究[J]. 中国工业经济, 2013(6): 70−82. [Wang Jun, Zou Guangping, Shi Xianjin. Impact of institutional change on China's economic growth: An empirical study based on VAR Model[J]. China Industrial Economics, 2013(6): 70−82.]
[28] 林秀梅, 关帅. 环境规制推动了产业结构转型升级吗?——基于地方政府环境规制执行的策略互动视角[J]. 南方经济, 2020(11): 99−115. [Lin Xiumei, Guan Shuai. Does environmental regulation promote the transformation and upgrading of industrial structure: Based on strategic interaction of local government environmental regulation[J]. South China Journal of Economics, 2020(11): 99−115.]
[29] 温忠麟, 叶宝娟. 中介效应分析: 方法和模型发展[J]. 心理科学进展, 2014, 22(5): 731−745. [Wen Zhonglin, Ye Baojuan. Analyses of mediating effects: The development of methods and models[J]. Advances in Psychological Science, 2014, 22(5): 731−745.]
[30] 柯善咨, 赵曜. 产业结构、城市规模与中国城市生产率[J]. 经济研究, 2014, 49(4): 76−88. [Ke Shanzi, Zhao Yao. Industrial structure, city size and urban productivity in China[J]. Economic Research Journal, 2014, 49(4): 76−88.]

Can environmental regulation promote the performance of factors in the Yellow River Basin?

SHENG Yanchao, XU Shan, ZHOU Yao
(School of Public Administration and Human Geography, Hunan University of Technology and Business, Changsha 410205, Hunan, China)

Abstract: Because ecological protection and high-quality development in the Yellow River Basin in China have been elevated as national strategies, it is critical to fully explore factor performance, the microeconomic foundation of high-quality economic development, despite the constraints of the environment. According to Marxist political economics, factor performance consists of factor quality and efficiency. The former one, which stands for the production capacity of factors, is the indispensable premise to fully effect factor performance, whereas the latter one is an inherent requirement to fulfill it. Factor quality and efficiency are integrated into a unified analytical framework to construct an indicator, factor performance. Based on the interactive mechanism between the influences of environmental regulation on upgrading factor quality and on improving factor efficiency, this research empirically analyzed the impact of environmental regulation on factor performance in the Yellow River Basin from 2008 to 2019 using the fixed effect model and mediation model. The results are as follows: (1) Environmental regulation upgrades factor quality through population agglomeration, improves factor efficiency through industrial structure optimization, and thus, promotes factor performance with the joint efforts of the improved factor quality and efficiency. (2) The graphical relationships between environmental regulation and factor quality, efficiency, and performance are U-shaped. (3) The influence of environmental regulation on factor performance varies significantly because of different city scales and economic development levels. Therefore, in areas with high-level economic development, environmental regulation promotes factor performance significantly; in areas with low-level economic development or small urban scale, environmental regulation first inhibits and then boosts factor performance, presenting a U-shaped relationship; notably, in large-scale cities, the relationship between environmental regulation and factor performance is not distinctive. Reasonable standards and intensity of environmental regulation should be determined, and differentiated environmental regulation policies should be formulated according to local conditions so that ecological protection and high-quality economic development in the Yellow River Basin can be achieved.

Key words: environmental regulation; factor performance; factor quality; factor efficiency; Yellow River Basin